

1. Riesgo

2. Sistema comunitario de acueducto (y alcantarillado¹)

1

3. Problemática

4. Metodología de análisis y gestión

¹ No es específicamente tratado en esta presentación, pero no hay ningún problema en incluirlo

1. Riesgo

- multiples definiciones, *ad hoc*, según necesidad
- en todos los casos integran o combinan dos elementos:
 - *amenaza* o *peligro* de cambio negativo, indeseable, rápido, súbito (*probabilidad* → cuantificable o *posibilidad* → sólo calificable) y
 - *susceptibilidad* o *vulnerabilidad* de elementos expuestos (en peligro o amenazados); en algunas definiciones es *valor de daños* o *costo de reposición*

2

Definiciones

1. ISO 31000 (2009²):

"riesgo es el efecto de la incertidumbre sobre los objetivos"

incertidumbres:

- eventos que pueden suceder o no, e
- incertidumbres causadas por ambigüedad o por escasez de información

impactos sobre objetivos pueden ser:

- negativos
- positivos

² Estas normas han evolucionado bastante pero la esencia no ha cambiado. Cabe anotar que el objetivo es el riesgo empresarial que es un tanto diferente del de un *sistema comunitario de acueducto rural* (que no ha sido definido todavía). Véase e. g.:

http://sigu.unal.edu.co/images/informes-presentaciones/ISO_31000_Gestion_riesgo.pdf

Definiciones

2. Ley 1523 de 2012

"Riesgo de desastres: daños o pérdidas potenciales que pueden presentarse debido a los eventos físicos peligrosos de origen natural, socio-natural tecnológico, biosanitario o humano no intencional, en un período de tiempo específico y que son determinados por la vulnerabilidad de los elementos expuestos; por consiguiente el riesgo de desastres se deriva de la combinación de la amenaza y la vulnerabilidad" [énfasis adicionado]

4

Definiciones

3. Riesgo general de SAC:

probabilidad (cuantitativa) o posibilidad (cualitativa) de falla de uno o más componentes fundamentales del sistema comunitario de acueducto (componentes dejan de funcionar) y uno o más usuarios pierden, sin aviso previo, el servicio de agua potable³, por un período indeseablemente largo

¿tiene todas las propiedades discutidas?

- identificación de daños o fallas por diversas causas
- amenazas cuantificables o calificables
- vulnerabilidades de diversos componentes del SAC
- costos de daños cuantificables
- estimativos de población afectada viables
- otras...

³ "La definición de servicio de agua potable explícitamente debe contemplar **calidad, cantidad y continuidad**". W. Castro (11.10.2019)

Tipos de riesgo en caso de SAC (según UNalMed⁴ riesgo SAC):

- se basa en definición dada por Ley 1523 de 2012
- se ajusta a definición ISO 31000 de 2009
- (riesgo de que objetivos de SAC no se cumplan)*
- pérdida calidad de agua potable
- escasez de recurso agua por Δ naturales/culturales cuenca aportante
- contaminación recurrente de fuente
- incremento de costos de producción
 - tratamiento de agua
 - distribución, mantenimiento
 - crecimiento población de usuarios
 - cartera morosa
 - pérdidas de recurso (desperdicio, fugas, sobre-consumo, vandalismo, robo...)
- insatisfacción de usuarios con servicio de SAC
 - incremento de costos (tarifas, atención de PQR...)
 - disminución de calidad de servicio (fallas, mantenimiento...)

6

⁴ Documento de trabajo equipo, mayo de 2019

2. Sistema comunitario de acueducto (y alcantarillado)

"Conjunto de elementos o partes coordinadas (componentes) que responden a una ley, o que, ordenadamente relacionadas entre sí, contribuyen a determinado objeto o función"

Componentes globales:

- a. *fuerza, cuenca aferente/corriente*: área, cobertura, pendiente, caudal, rendimiento, calidad, variación intra- e inter-anual, tendencias Δ ...
- b. *área servida*: interior/exterior, cercana/distante de cuenca aferente
- c. *población*: cuenca aferente, servida/población total, densidad, crecimiento anual, inmigración/emigración, dependencia RRNN...
- d. *comunidad "propietaria" de SAC*: cohesión, estratificación, predios, número y tamaño, media/desviación, antigüedad/consolidación
- e. *tecnología*: captación, conducción, tratamiento, mantenimiento, almacenamiento (días de servicio), capacidad de carga (# personas o # familias que podrían servirse de SAC)
- f. *status legal*: permisos de aprovechamiento, derechos, pago, costos, costos/recaudos

7

3. Problemática

componentes *vulnerables* **SAC 1-22**

- a. fuente
- b. área servida
- c. población
- d. comunidad
- e. tecnología
- f. status legal

peligros y amenazas

- naturales & culturales
 - endógenas & exógenas
 - intencionales o espontáneas
 - inciertas o ambiguas
- de falla de SAC 1-22**

***gestión riesgos* SAC 1-22**

- evaluación & monitorización
- manejo adaptativo
- participación ciudadana
- seguros & fondos contingentes

***riesgos de falla* SAC 1-22**

- reducción o pérdida de calidad, cantidad de recurso o producto y continuidad de servicio
- incremento de costos de producción
- insatisfacción de usuarios

4. Metodología de análisis y gestión

- *casos* = individuos X características de componentes vulnerables = *atributos*:
 - cada SAC es un *caso*
 - casos comparten características (físicas, bióticas, sociales...)
 - casos diferentes con problemáticas comunes, permiten formular generalizaciones acerca de causas y posibles soluciones
- *clasificación numérica* (ordenación)
 - método aritmético de distinguir y agrupar individuos por sus características
 - complementa análisis de casos
- *PASE* (diagramas causales) reiteración de ciclo *problemática-análisis-solución*
- *análisis morfológico general* [AMG]:

"Aquellos problemas que involucran el gobierno de muchos factores, en donde la mayoría de ellos no se puede expresar numéricamente, pueden ser muy adecuadas para AMG"

9

Análisis de casos para jerarquización (ejemplo reciente)

Mercer análisis de calidad de vida en 450 ciudades del mundo

<https://www.mercer.com/newsroom/2019-quality-of-living-survey.html>

Mercer Hardship Allowance Recommendations

Mercer evaluates local living conditions in more than 450 cities surveyed worldwide.

Living conditions are analysed according to 39 factors, grouped in 10 categories:

- *Political and social environment* (political stability, crime, law enforcement, etc.).
- *Economic environment* (currency exchange regulations, banking services).
- *Socio-cultural environment* (media availability & censorship, limits on personal freedom).
- *Medical and health considerations* (medical supplies and services, infectious diseases, sewage, waste disposal, air pollution).
- *Schools & education* (standards and availability of international schools).
- *Public services & transportation* (electricity, water, public transport, traffic congestion...)
- *Recreation* (restaurants, theatres, cinemas, sports and leisure).
- *Consumer goods* (availability of food/daily consumption items, cars).
- *Housing* (rental housing, household appliances, furniture, maintenance services).
- *Natural environment* (climate, record of natural disasters).

10

The scores attributed to each factor, which are weighted to reflect their importance to expatriates, permit objective city-to-city comparisons. The result is a *Quality of Living index* that compares relative differences between any two locations evaluated. For the indices to be used effectively, Mercer has created a grid that enables users to link the resulting index to a quality of living allowance amount by recommending a percentage value in relation to the index.

Matriz de caracterización de SAC para análisis y gestión de riesgo⁵

atributos		sistemas comunitarios de acueducto																					
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
cuenca	área																						
	cobertura suelo																						
	pendiente																						
corriente y agua	caudal																						
	rendimiento																						
	calidad																						
servicio	área interior																						
	área exterior																						
	distancia máxima																						
población	fuentes																						
	servida																						
	Σ																						
	densidad																						
	crecimiento																						
	inmigración																						
	emigración																						
	uso RRNN																						

⁵ Esta matriz es sólo un ejemplo ficticio pero realista de caracterización de SAC. Los atributos son los propues-

Matriz de caracterización de SAC para análisis y gestión de riesgo⁵

atributos		sistemas comunitarios de acueducto																					
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
comunidad	cohesión																						
	estratificación																						
	predios																						
	antigüedad																						
tecnología	capacidad																						
	conducción																						
	tratamiento																						
	mantenimiento																						
	almacenamiento																						
	capacidad																						
status legal	permisos																						
	derechos																						
	costos																						
	tarifas																						
	recaudos																						

12

tos para *diagnóstico*, con propósito heurístico únicamente y seguro que el equipo podría establecer otros. También se puede hacer la caracterización de SAC con atributos propios del *manejo* o incluso *combinando diagnóstico y manejo* pero quizás esto no sea conveniente si el objetivo del proyecto es la formulación de planes de manejo que atenúen los riesgos identificados en el diagnóstico.

Índices de similitud entre dos individuos

a = atributos comunes a los dos individuos

b = atributos exclusivos del individuo 1

c = atributos exclusivos del individuo 2

d = atributos ausentes en común

índice	símbolo	fórmula
SMC (concordancia simple)	S	$(a + d)/(a + b + c + d)$
Jaccard	J	$a/(a + b + c)$
Czekanovski	C	$2a/(2a + b + c)$
Russell & Rao	R	$a/(a + b + c + d)$
distancia euclidiana (disimilaridad)	∂	$[\sum (x_{Ai} - x_{Bi})^2]^{1/2}$

13

Tutorial por Kardi Teknomo (2015). Similarity measurement.

<https://people.revoledu.com/kardi/tutorial/Similarity/index.html>

Witold Pedrycz (2005) Knowledge-based clustering: from data to information granules. Wiley-Interscience ISBN 0-471-46966-1 Disponible en pdf, gratis:

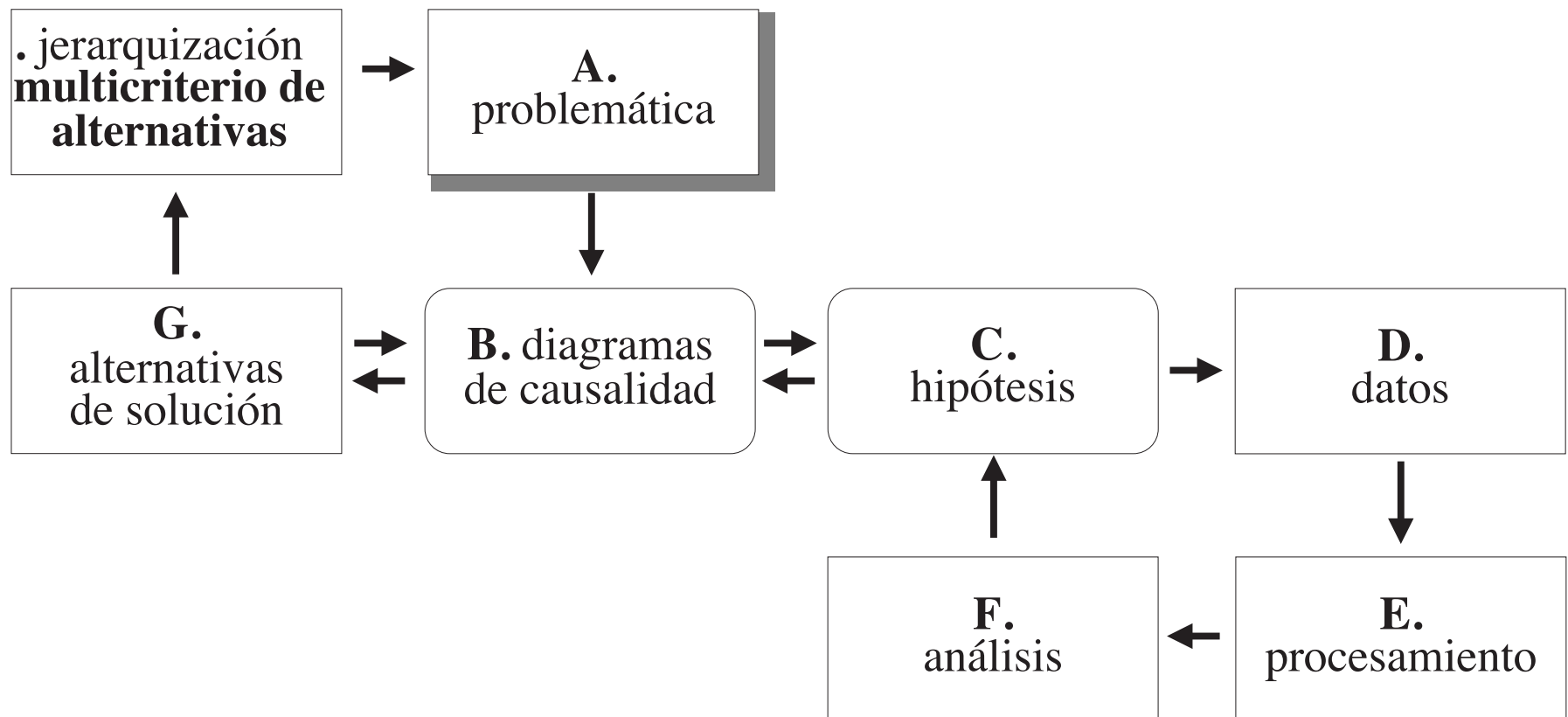
<https://epdf.pub/knowledge-based-clustering-from-data-to-information-granules.html>

		individuos (e.g., SCA)												DER= $\partial = [\sum (x_{Ai} - x_{Bi})^2]^{1/2}$																					
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			2	3	4	5	6	7	8	9	10	
atributos (e.g., físicos, sociales...)	a	1	0	0	0	1	1	0	1	0	1	1	0	2,24	2,65	2,83	2,24	2,00	2,45	2,00	2,24	1,00	a	0	0	0	1	1	0	1	0	1			
	b	0	0	0	1	1	1	1	0	1	0	2	2,24	0	2,00	2,24	2,00	2,24	2,65	2,24	2,00	2,45	b	0	0	1	1	1	1	0	1	0			
	c	1	1	1	0	1	1	1	0	0	1	3	2,65	2,00	0	2,24	2,45	2,24	1,73	2,24	2,45	2,45	c	1	1	0	1	1	1	0	0	1			
	d	1	0	1	0	0	1	1	1	1	1	4	2,83	2,24	2,24	0	2,24	2,45	2,00	2,00	1,73	2,65	d	0	1	0	0	1	1	1	1	1			
	e	0	0	1	1	1	0	1	1	0	1	5	2,24	2,00	2,45	2,24	0	2,24	2,24	2,24	2,45	2,00	e	0	1	1	1	0	1	1	0	1			
	f	0	1	1	1	0	1	0	1	1	0	6	2,00	2,24	2,24	2,45	2,24	0	2,45	2,45	2,24	2,24	f	1	1	1	0	1	0	1	1	0			
	g	1	0	0	1	0	0	1	1	1	1	7	2,45	2,65	1,73	2,00	2,24	2,45	0	2,45	2,24	2,24	g	0	0	1	0	0	1	1	1	1			
	h	1	1	0	0	1	0	0	1	1	1	8	2,00	2,24	2,24	2,00	2,24	2,45	2,45	0	1,73	1,73	h	1	0	0	1	0	0	1	1	1			
	i	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	9	2,24	2,00	2,45	1,73	2,45	2,24	2,24	1,73	0	2,45	i	1	0	1	1	1	0	1	1	1			
	j	0	1	1	1	1	0	1	1	1	0	10	1,00	2,45	2,45	2,65	2,00	2,24	2,24	1,73	2,45	0	j	1	1	1	1	0	1	1	1	0			

Ejemplo binario (presencia/ausencia) de matriz de caracterización

14

- primer paso de iteración para formación de grupos (clusters)
- mediciones de *distancia* pueden convertirse a similitud si se toma el complemento (*cercanía*)
- datos son binarios pero pueden ser enteros, continuos, categorías, negativos, etc.
- se pueden mezclar varios tipos de datos en una misma matriz
- si se emplean fórmulas diferentes los resultados son diferentes
- tutorial de K. Teknomo incluye hoja MSExcel con ejemplo simple



15

- | | | |
|-----|--|-----------------|
| I | <i>acopio de información</i> (primaria y secundaria) | A-B-C-D |
| II | <i>diagnóstico</i> (componentes, vulnerabilidades; peligros & amenazas) | -E-F-C-B |
| III | <i>evaluación de riesgos</i> (catálogo de escenarios de riesgo, análisis morfológico general...) | A-B-G |
| IV | <i>alternativas de gestión</i> (análisis morfológico general o análisis multiobjetivo...) | -G-H-A |

Ciclo simplificado *problemática – análisis – solución*, aplicado a análisis y gestión de riesgo de sistemas comunitarios de acueducto de Medellín

Conceptos y ejemplos, véase: http://wiki.neotropicos.org/index.php?title=Ciclo_PAS

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S004016251730656X>

Iver Johansen. 2018. Scenario modelling with morphological analysis. Technological Forecasting and Social Change 126:116-125

Análisis morfológico general

- análisis morfológico: método general para, modelación no cuantitativa
- objetivo: identificar y estructurar todos los aspectos y soluciones posibles para espacios problemáticos complejos no reducibles
- en la mayoría de los casos involucran el comportamiento humano y decisiones políticas

16